

Fumure organique : des techniques améliorées pour une agriculture durable

En région soudano-sahélienne d'Afrique de l'Ouest et du Centre, le développement de techniques de gestion de la matière organique est plus ou moins avancé selon les types d'exploitation. Chercheurs, techniciens et agriculteurs rencontrent des problèmes pratiques communs à l'ensemble de la zone des savanes. Cette note situe les étapes à franchir, répond aux questions les plus fréquentes et présente les fiches techniques intitulées « *L'amélioration de la fumure organique en Afrique soudano-sahélienne* » (*Agriculture et développement*, numéro hors-série juin 1996).

Ces fiches ont été élaborées à partir de résultats d'expérimentation et d'études conduites principalement au Burkina, dans le cadre de la coopération scientifique entre l'Institut national d'études et de recherches agricoles du Burkina (INERA) et le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD, France). Elles sont applicables à l'ensemble de la zone des savanes d'Afrique de l'Ouest et du Centre.

L'objet de cette note n'est pas de faire le point sur l'évolution et le maintien de la fertilité dans la zone des savanes d'Afrique de l'Ouest et du Centre. Elle présente avant tout des fiches techniques traitant des problèmes posés par la gestion de la matière organique au sein des exploitations agricoles de cette région.

Le contexte actuel

Les travaux de recherche agronomique ont montré que, dans ces régions (figure 1), la baisse de la fertilité des terres, en particulier des sols ferrugineux tropicaux, était le plus souvent accompagnée d'un

déficit du bilan organique et d'une acidification croissante. Des critères d'évolution et des seuils ont été définis à partir d'analyses de laboratoire et à la suite d'enquêtes. Des techniques ont été mises au point afin de réduire ces dégradations, dans l'objectif d'une agriculture durable.

Parallèlement, de nombreuses enquêtes ont révélé à la fois l'extrême diversité de niveaux techniques des exploitations et l'adoption limitée des techniques recommandées. Le maintien de la fertilité se heurte à une grande variété de situations induites par un ensemble de contraintes, dont certaines peuvent être levées par

M. BERGER

CIRAD-CA, BP 5035
34032 Montpellier Cedex 1, France



Figure 1. La zone d'application des techniques d'amélioration de la fumure organique décrites dans cet article et dans les fiches « L'amélioration de la fumure en Afrique soudano-sahélienne ».



Etable fumière.
Cliché P. Kleene

l'application de techniques appropriées. D'autres, comme les problèmes fonciers, sont en revanche plus complexes à résoudre.

L'étude de l'évolution générale des modes de gestion de la matière organique permet de mieux comprendre les difficultés rencontrées pour la diffusion des nouvelles techniques dans ce domaine.

Le processus d'évolution peut être décomposé en quatre étapes, dépendantes des conditions socio-économiques et des capacités techniques des agriculteurs (tableau 1).

La première étape correspond à l'agriculture itinérante et aux restitutions naturelles par les longues jachères, donc sans restitutions volontaires réelles. La deuxième étape coïncide avec un début de sédentarisation et d'intensification. Les restitutions volontaires font leur apparition par le biais des déchets animaux — parcsages sur les parcelles et poudrettes de parc. Au cours de cette étape, l'utilisation de fumures minérales entraîne un accroissement de la production, mais, en l'absence

de restitutions organiques suffisantes, cette augmentation masque souvent une baisse de la fertilité. La troisième étape se caractérise par l'utilisation des déchets animaux pour transformer les résidus de culture en fumures organiques. Les aspects quantitatifs et qualitatifs des fumiers sont pris en considération. La quatrième étape correspond à une réelle intégration des diverses techniques de gestion de la matière organique : plans de restitutions organo-minérales, jachères améliorantes, enfouissements raisonnés des résidus, maîtrise de l'érosion.

Actuellement, les exploitations des zones des savanes se situent majoritairement à la deuxième étape et certaines sont encore à la première. Les conditions de la troisième étape sont souvent réunies et les efforts actuels de la vulgarisation doivent porter sur les techniques améliorées qui favorisent cette évolution.

En revanche, le passage vers la quatrième étape reste encore exceptionnel. Beaucoup d'agriculteurs ne sont pas propriétaires des terres qu'ils cultivent. Le simple droit d'usage constitue un frein aux investissements pour assurer le maintien de la fertilité : travaux antiérosifs, amendements organiques ou minéraux, clôtures, jachères améliorantes, plantations arborées.

Les questions les plus fréquentes

Les cinq questions les plus courantes ont trait aux rôles que peut jouer la fumure organique par rapport aux engrais et aux amendements minéraux, au bétail exigé, aux doses de fumier recommandées et aux moyens de transport nécessaires.

La fumure organique peut-elle remplacer les engrais minéraux ?

Fertilisation minérale et fumure organique libèrent toutes les deux les

Tableau 1. L'évolution des modes de restitution organique.

Etapes	Techniques pratiquées	Conséquences sur les sols et sur la production
1. Restitution naturelle par les longues jachères	<ul style="list-style-type: none"> • Culture itinérante, longues jachères, rares parcsages du bétail sur les parcelles. • Restitutions organiques volontaires absentes ou très rares. 	Equilibre lié à un faible niveau de demande et de production.
2. Début des restitutions volontaires	<ul style="list-style-type: none"> • Sédentarisation, début de l'intensification. • Début de la culture attelée. • Faibles apports d'engrais, utilisation directe des déchets animaux. 	Production augmentée mais bilan organo-minéral déficitaire. Dégradation progressive du milieu cultivé.
3. Transformation des résidus de culture par les déchets animaux	<ul style="list-style-type: none"> • Vulgarisation de techniques plus adaptées. • Intégration progressive du bétail à l'exploitation agricole. • Utilisation des déchets animaux pour transformer les résidus de culture en fumier. 	Amélioration du rapport exportations/restitutions organiques et minérales. La dégradation des sols est peu à peu enrayée. La pérennité des exploitations est envisageable.
4. Intégration des techniques de gestion de la fertilité	<ul style="list-style-type: none"> • Diversification des techniques de gestion de la matière organique. • Application rationnelle de plans de restitution minérale et organique. 	Niveaux de rendement ajustés aux capacités de restitution. Pérennité des productions et d'une certaine qualité des sols cultivés.

éléments minéraux qu'elles contiennent. Toutefois, dans le cas de la fumure organique, les processus biologiques de minéralisation ne coïncident pas toujours avec les besoins de la culture. De plus, le bilan minéral n'est pas équilibré à cause des pertes diverses (exportations par la récolte, érosion, rétrogradations plus ou moins irréversibles). Un complément minéral sous forme d'engrais est en

général nécessaire pour satisfaire les besoins immédiats de la culture.

A plus long terme, la fumure organique ne peut assurer à elle seule un bilan minéral équilibré à cause des pertes diverses — exportations par les récoltes, rétrogradation plus ou moins irréversible — et parce qu'elle est le reflet des déficiences du sol dont elle provient. Le simple retour des résidus de culture sur la même parcelle est donc insuffisant pour maintenir un niveau de production correct. Des apports complémentaires d'engrais minéraux sont souhaitables pour ces raisons. Par ailleurs, le fumier provenant rarement en totalité de l'extérieur de l'exploitation, il ne faut pas toujours le considérer comme un apport réel sur le plan minéral.

Pour obtenir chaque année des effets sur les rendements aussi importants avec des fumiers qu'avec les doses d'engrais vulgarisées, il faudrait apporter des quantités de fumier très élevées, dépassant les possibilités de la majorité des exploitations.

En revanche, les effets protecteurs des fumiers sur les caractéristiques physiques du sol — porosité, perméabilité, stabilité structurale — sont essentiels pour le maintien de la



Fosse compostière.

Cliché P. Dugué

fertilité. De plus, la plupart des engrais minéraux (azote mis à part) n'ont pas d'action sur les caractéristiques biologiques et physiques des sols aussi immédiate que les fumiers de qualité.

Dans la pratique, il faut jouer sur la complémentarité de ces deux fumures en s'ajustant aux différentes situations agronomiques et socio-économiques.

Actuellement, les fumiers et les composts sont les formes les plus adaptées aux exploitations en voie d'intensification (étape 3, tableau 1). Dans l'avenir, des cultures améliorantes et des labours d'enfouissement de matières organiques préalablement broyées, accompagnés de fumures minérales, pourront les remplacer en partie ou en totalité.

Les restitutions organiques peuvent-elles remplacer les amendements minéraux ?

Les exemples d'agricultures qui ne sont pas passées par une étape de restitutions organiques sont rares. Le recours aux amendements calciques ou calco-magnésiens, sauf situations exceptionnelles telles que les périmètres agro-industriels ou les exploitations mécanisées, n'est pas courant pour des raisons de coût, de transport, de difficultés d'épandage, d'effets à trop long terme et, parfois, de nutrition potassique (l'insuffisance d'apport potassique crée un risque permanent d'antagonisme entre le potassium et le magnésium).

L'absence quasi généralisée d'amendements minéraux rend les apports organiques indispensables à l'égard des toxicités aluminiques qui caractérisent souvent les sols dégradés des savanes : ils permettent de limiter, au moindre coût, les effets de l'acidification.

Dans les sols où les argiles kaoliniques dominent, comme c'est le cas général dans les savanes, l'humus, avec une capacité d'échange 5 à 10 fois supérieure à ces argiles, a un rôle essentiel pour la fixation des

éléments minéraux et pour leur mise à disposition des plantes.

L'application régulière d'amendements minéraux ne pourra être généralisée que pour des exploitations possédant une bonne maîtrise des techniques préservatrices de la fertilité, tout particulièrement des restitutions potassiques.

Le bétail présent est-il en nombre insuffisant ?

Le manque de bétail au sein des exploitations est un des arguments avancé pour expliquer l'absence de fumure organique ou le peu d'enthousiasme pour sa vulgarisation. Il est certain que l'évolution normale de la gestion de la matière organique va de pair avec l'augmentation du troupeau et son intégration progressive à l'exploitation.

Le début de la deuxième étape définie au tableau 1 correspond à l'utilisation progressive des animaux de culture attelée et la fin de cette étape au début de l'intégration du troupeau à l'exploitation : les agriculteurs prennent peu à peu en compte le rôle essentiel du bétail pour le maintien de la fertilité.

La majorité des exploitations des savanes se situent dans cette étape, ce qui correspond aux résultats des recensements : 0,3 à 1,5 tête de bovin par hectare cultivé avec une moyenne d'environ 0,6. La norme que nous conseillons est de 1,3 tête par hectare cultivé.

Ces données signifient des restitutions organiques faibles dans le cas où la fumure est uniquement composée de fèces (poudrette de parc, parage au champ). En revanche, si les fèces sont utilisées pour transformer les résidus de culture, ces chiffres sont très encourageants.

Ainsi, par exemple, pour fumer chaque année à la dose⁽¹⁾ de 6 tonnes de fumier par hectare le tiers

(1) : toutes les données quantitatives de résidus ou de fumure s'entendent en matière sèche.

Etable fumière.
Cliché C. Fovet-Rabot





Sorgho traditionnel.
Cliché CIRAD

d'une exploitation de 9 hectares, il faut 18 tonnes de fumier. Le nombre de bovins nécessaires peut être calculé de deux façons :

- si on utilise uniquement des fèces, à raison de 600 kilogrammes de fèces par bovin par an, il faut 3,3 têtes par hectare cultivé (soit 30 bovins pour l'ensemble de l'exploitation) ;
- si on utilise du fumier d'étable fumière, issu d'un mélange de résidus de culture et de fèces (1,5 tonne de fumier par bovin par an), il suffit de 1,3 tête par hectare cultivé (soit 12 bovins pour l'ensemble de l'exploitation).

Actuellement, les enquêtes montrent que beaucoup d'exploitations ont augmenté leurs superficies sans que le nombre de têtes de bétail suive cette progression. L'évolution d'une exploitation implique une certaine harmonie entre ses différentes composantes et l'intégration du troupeau

n'échappe pas à cette règle primordiale dans les savanes. L'introduction trop rapide de nouvelles cultures ou de techniques mal maîtrisées risque d'induire, dans certains cas, des déséquilibres, comme le montre l'exemple d'exploitations motorisées au Burkina (tableaux 2 et 3). Dans un premier temps, certaines ont vendu leurs bœufs de trait. Par la suite, les prix des carburants et des engrais augmentant, elles ont dû reconstituer leur troupeau pour effectuer les sarclo-binages avec de nouvelles paires de bœufs et pour obtenir du fumier afin d'alléger le coût de la fertilisation du maïs. Equipées trop rapidement en petite motorisation, un déséquilibre s'est créé entre les moyens de production à court terme et les moyens de conservation de la fertilité à long terme (tableau 3). La survie de ces exploitations est maintenant liée à leur capacité de réintégrer suffisamment de bétail pour compenser les années sans restitutions organiques et pour faire face à des augmentations des coûts des facteurs de production. Dans ce cadre, différer l'achat de quelques têtes de bétail sous prétexte qu'il n'existe pas de filière viande garantie ne peut que repousser les efforts qui seront à brève échéance indispensables pour assurer le maintien de la fertilité.

Tableau 2. Nombre de bovins par hectare cultivé : pourcentage d'exploitations par catégorie (enquête réalisée par l'auteur en 1986 sur 195 exploitations motorisées de l'ouest du Burkina).

Régions	n*	Nombre de bovins par hectare cultivé				
		0	0 à 0,5	0,5 à 1,0	1,0 à 1,5	> 1,5
Solenzo	83	15,7	51,8	15,6	7,2	9,7
Houndé	44	13,6	45,5	20,3	4,6	16,0
N'Dorola	68	5,9	32,2	22,1	10,3	23,5

* n : nombre d'exploitations enquêtées.

Les exploitations enquêtées avaient une superficie moyenne de 26,8 hectares (20 à 31 hectares).

Tableau 3. Classification des exploitations par catégorie en fonction des terres cultivées en sorgho long traditionnel et du nombre de bovins par hectare cultivé (mêmes exploitations qu'en tableau 2).

Catégorie	Exploitations % du total	Surface sorgho % de l'exploitation	Nombre de bovins par hectare cultivé	Appréciations
I	11,4	≥ 20	> 1,0	Bon potentiel de maintien de la fertilité.
II	14,3	≥ 20	0,5 à 1,0	Potentiel correct si augmentation du troupeau.
III	31,8	≥ 20	< 0,5	Troupeau insuffisant.
IV	12,3	≤ 20	≥ 1,0	Sorgho insuffisant Maintien de la fertilité très compromis.
V	30,2	≤ 20	< 1,0	Sorgho et troupeau insuffisants Maintien de la fertilité impossible à un niveau correct.



Exploitation agricole burkinabé.
Cliché M. Berger

Quelle dose de fumure organique appliquer ?

En moyenne, les céréales représentent 0,30 hectare par personne recensée dans une exploitation. Cela répond à la norme minimale alimentaire de 200 kilogrammes de grains par personne et par an dans le cas d'une culture de sorgho long traditionnel, produisant 600 kilogrammes de grains par hectare. Cette surface céréalière fournit au moins 1 tonne de paille transformable au moyen de techniques appropriées, 1,5 tonne de fumier à 30 % de matière organique.

L'activité chimique et biologique d'un sol cultivé s'accompagne chaque année de la minéralisation d'environ 2 % de sa teneur en matière organique. Cette minéralisation correspond sensiblement à 600 kilogrammes de matière organique par hectare et par an sur les 20 premiers centimètres de sol — taux de matière organique de 1 % ; densité apparente du sol de 1,6. Pour compenser ce processus, il est nécessaire d'apporter 2 tonnes de fumier à 30 % de matière organique chaque année (ou encore 6 tonnes tous les 3 ans dans le cadre d'une rotation triennale).

Lorsque l'assolement de l'exploitation comporte 20 à 25 % de sorgho à longue tige, les résidus de culture sont suffisants pour fournir la matière première à transformer en fumier.

Toutefois l'extension du maïs au détriment de ces sorghos constitue aujourd'hui un frein à ces possibilités de compensation car, à superficie égale, le maïs ne permet pas d'obtenir une quantité de résidus de culture équivalente. Dans le cas d'une exploitation conduite en rotation biennale cotonnier-maïs, sur une période de 12 ans (tableau 4), cette rotation exige des restitutions représentant un cumul de 24 tonnes de fumier à 30 % de matière organique par hectare. L'incorporation directe par labour des tiges de maïs ne permet d'obtenir qu'un cumulé de 6 tonnes de fumure organique à 30 % de matière organique, soit le quart des besoins en fumure organique du sol (2 tonnes de tiges de maïs ne donnent qu'une tonne de résidus humifiés)⁽²⁾.

En revanche, l'introduction d'une année de sorgho tous les 5, 4 ou 3 ans permet d'assurer respectivement 50, 75 ou 100 % des besoins en matière organique si les résidus de sorgho sont transformés en fumier correctement, sans transport ni incorporation des tiges de maïs tous les 2 ans⁽³⁾.

Les assolements doivent donc être conçus non seulement en fonction des stratégies de l'exploitation — besoins vivriers, besoins monétaires, alimentation du bétail — mais également en fonction des besoins en matières végétales à transformer en fumier pour le maintien de la fertilité.

(2) : les mêmes résidus transformés en fumier avec des déchets animaux auraient donné un cumul de 9 tonnes de fumier à 30 % de matière organique — 1,5 tonne de fumier pour 2 tonnes de tiges de maïs.

(3) : actuellement, il semble préférable de réserver les tiges de maïs pour l'alimentation du bétail. D'une part, peu de résultats expérimentaux existent sur les effets agronomiques de l'enfouissement direct des tiges de maïs. D'autre part, le transport des tiges de maïs pose des problèmes car ces résidus deviennent rapidement très friables.

Tableau 4. Ajustement des rotations et des assolements : introduction d'une ou de plusieurs années de sorgho dont les résidus sont transformés en fumier par la technique des parcs d'hivernage.

Années	Rotation biennale		Rotations améliorées avec sorgho transformé en fumier					
	Culture	FO (t/ha)	1 an sur 5		1 an sur 4		1 an sur 3	
			Culture	FO (t/ha)	Culture	FO (t/ha)	Culture	FO (t/ha)
1	coton		coton		coton		coton	
2	maïs	1*	maïs		maïs		maïs	
3	coton		coton		coton		sorgho	6
4	maïs	1	maïs		sorgho	6	coton	
5	coton		sorgho	6	coton		maïs	
6	maïs	1	coton		maïs		sorgho	6
7	coton		maïs		coton		coton	
8	maïs	1	coton		sorgho	6	maïs	
9	coton		maïs		coton		sorgho	6
10	maïs	1	sorgho	6	maïs		coton	
11	coton		coton		coton		maïs	
12	maïs	1	maïs		sorgho	6	sorgho	6
Total FO (t/ha)		6		12		18		24
Couverture des besoins en FO (%)		25		50		75		100

FO : fumure organique à 30 % de matière organique, en tonnes de matière sèche par hectare.

* : cas des tiges de maïs enfouies directement. Si les tiges de maïs étaient transformées en fumier avec des déchets animaux, on obtiendrait alors 1,5 tonne de fumure organique, soit un total cumulé de 9 tonnes et une couverture des besoins de 50 %.

En région soudano-sahélienne, la réalisation d'un plan de fumure, dans l'objectif d'un maintien durable de la fertilité, implique finalement deux conditions, pour un apport de

2 tonnes de fumier par hectare et par année de culture :

- 20 à 25 % de l'assolement doivent être consacrés au sorgho traditionnel à paille longue ;
- 1,3 bovin par hectare cultivé doit être présent sur l'exploitation.

Tableau 5. Distance parcourue en charrette à bœufs pour transporter les pailles et le fumier entre une parcelle de 1 hectare et le lieu de transformation, soit 4 tonnes de paille de sorgho et 7,5 tonnes de fumier à 25 % d'humidité.

Distance étable-parcelle (mètres)	2 000	250
Transport des pailles		
26 allers-retours (kilomètres)	104	13
Transport du fumier		
38 allers-retours (kilomètres)	152	19
Total (kilomètres)	256	32

Vitesse : 2 kilomètres par heure.

Un voyage : 150 kilogrammes de pailles ou 200 kilogrammes de fumier.

Tableau 5 bis. Incidence du transport sur les temps de travaux (mêmes conditions que celles décrites au tableau 5), les chargements et déchargements étant inclus.

Distance étable-parcelle (mètres)	2 000	250
Transport des pailles :		
– journées de main-d'œuvre	36	12
– jours de travail à 4 personnes	9	3
Transport du fumier :		
– journées de main-d'œuvre	52	20
– jours de travail à 4 personnes	13	5
Total		
– journées de main-d'œuvre	88	32
– jours de travail à 4 personnes	22	8

Comment transporter le fumier ?

Le transport du fumier fabriqué en étable fumière — loin des parcelles — apparaît à juste titre comme un des principaux facteurs limitants (tableaux 5 et 5 bis). Les grandes distances se traduisent par de nombreuses journées de travail qui incitent à diversifier les techniques de transformation (figure 2). Le recours aux fosses compostières ou aux parcs d'hivernage, situés à proximité immédiate des parcelles, permettent d'alléger et de mieux répartir ces transports et la main-d'œuvre nécessaire. Il est ainsi possible de contourner cet handicap qui a pour principale origine des moyens de transport aujourd'hui inadaptés — tant en volume qu'en vitesse — et avec lesquels les agriculteurs doivent faire au mieux.

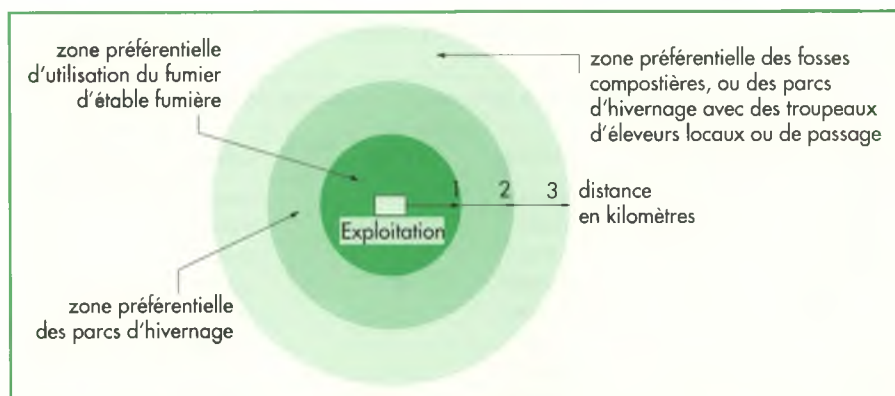


Figure 2. Répartition géographique des techniques de gestion des résidus de culture en fonction de la distance entre l'exploitation et les parcelles concernées.

Des mesures complémentaires

Chaque technique de transformation des résidus de culture a ses limites et il est probable que la quantité de fumure organique disponible dans une exploitation n'excèdera pas 2 tonnes par an et par hectare cultivé. Cela correspond néanmoins à la dose de compensation de la minéralisation de la matière organique du sol.

La fumure organique atténue certaines évolutions défavorables et a des effets nettement positifs à de nombreux égards. Ces effets peuvent cependant être annulés par des erreurs techniques. Les techniques qui peuvent accélérer l'acidification du milieu — par exemple l'apport de sulfate d'ammoniaque, de chlorure, ou un excès d'engrais azoté — devraient être réduites.

A l'inverse, l'application de techniques culturales complémentaires valorise les effets bénéfiques de la matière organique. La maîtrise de l'érosion, le travail du sol en sec réduit au minimum, la couverture

maximale du sol, sont recommandés. Lors de la préparation des terres, l'accent sera mis sur les itinéraires techniques qui favorisent une colonisation rapide et dense du sol par le système racinaire.

Les cultures de la zone des savanes se caractérisent par une faible couverture de la surface du sol. Cotonnier, maïs et sorgho sont semés en lignes distantes de 70 à 80 centimètres et le volume de sol occupé par la masse des racines est très faible, laissant ainsi peu de résidus. Les cultures en lignes serrées et à fortes densités racinaires, comme le riz pluvial, pourraient participer au statut organique des sols.

D'une façon générale, tout brûlis doit être prohibé sur les parcelles cultivées et les feux de protection, s'ils se révèlent indispensables sur les jachères, devront être très précoces.

La mise en jachère de courte durée (2 à 4 ans) exige, pour donner des résultats positifs sur le plan organique, une protection totale contre les feux et le pâturage. Leur enrichissement par des graminées de la famille des andropogonées les amélioreraient, mais en l'absence de clôture, c'est une technique qui ne pourra être développée qu'au cours de la 4^e étape de l'évolution des exploitations (tableau 1). Mal maîtrisées, elles assurent rarement des résultats identiques aux apports de fumier et n'enrayent pas un bilan organique déficitaire.

Conclusion

Les problèmes évoqués montrent les difficultés auxquelles sont confrontées les exploitations agricoles des savanes d'Afrique de l'Ouest et du Centre pour franchir les étapes de l'évolution de leur gestion de la matière organique. La pression croissante qui s'exerce sur les sols cultivés et sur les jachères en cours de régénération induit une évolution des systèmes de culture qui doit être accompagnée de techniques ajustées à ces nouvelles réalités.

Le transport en charrette.
Cliché C. Fovet-Rabot



Bibliographie

- BELEM P.-C., 1985. Coton et systèmes de production dans l'ouest du Burkina Faso. Thèse de doctorat, université Paul Valéry, Montpellier, France, 349 p.
- BERGER M., 1985. Enquête sur le potentiel et la réalité des fumures organiques dans la zone cotonnière de l'ouest du Burkina Faso. 1. Dans les exploitations attelées. 2. Dans les exploitations en motorisation intermédiaire. INERA, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso ; CIRAD-IRCT, Montpellier, France, 17 p.
- BERGER M., 1991. La gestion des résidus à la ferme. In Actes des Rencontres Internationales Savanes d'Afrique, Terres fertiles ? Ministère de la coopération et du développement, CIRAD, Montpellier, France, 10-14 décembre 1990, p. 293-315. La Documentation Française, Paris, France.
- BERGER M., BELEM P.-C., DAKOUA D., TOE A., 1986. Rapports de synthèse sur la recherche d'accompagnement d'un projet de motorisation intermédiaire dans le sud-ouest du Burkina Faso. Synthèse 1985. INERA, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso ; CIRAD-IRCT, Montpellier, France, 78 p.
- BERGER M., BELEM P.-C., DAKOUA D., HIEN V., 1987. Le maintien de la fertilité des sols dans l'ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage. Coton et fibres tropicales 42 (3) : 201-207.
- BERGER M., BELEM P.-C., DAKOUA D., TOE A., 1988. Rapports de synthèse sur la recherche d'accompagnement d'un projet de motorisation intermédiaire dans le sud-ouest du Burkina Faso. Synthèse 1987. INERA, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso ; CIRAD-IRCT, Montpellier, France, 122 p.
- BERGER M., BERTRAND R., 1968. Expérimentation relative à *Dolichos lablab* antaka en culture cotonnière intensive dans le périmètre irrigué du Bas-Mangoky Madagascar. Coton et fibres tropicales 23 (3) : 291-308.
- BOSC P. M., CALKINGS P., YUNG J.-M., 1990. Développement et recherche agricole dans les pays sahéliens et soudaniens d'Afrique. CIRAD-DSA, Montpellier, France, 310 p.
- BRAUD M., 1987. La fertilisation d'un système de culture dans les zones cotonnières soudano-sahéliennes. Série Documents Etudes et Synthèses n° 8, supplément à Coton et fibres tropicales, 35 p.
- CIRAD, ministère français de la coopération et du développement, 1991. Actes des Rencontres Internationales Savanes d'Afrique, Terres fertiles ? Ministère de la coopération et du développement, CIRAD, Montpellier, France, 10-14 décembre 1990. La Documentation Française, Paris, France, 587 p.
- CRETENET M., 1991. Efficacité agronomique des engrais et amendements en agriculture fixée. In Actes des Rencontres Internationales Savanes d'Afrique, Terres fertiles ? Ministère de la coopération et du développement, CIRAD, Montpellier, France, 10-14 décembre 1990, p. 419-438. La Documentation Française, Paris, France.
- FALLAVIER P., BABRE D., 1990. Statut de l'aluminium dans deux sols tropicaux acides à minéralogie différenciée. In Actes des journées de la DRN, agronomie et ressources naturelles en régions tropicales, BERTRAND R. et SAINT MACARY H. (éditeurs), CIRAD-IRAT-MICAM, Montpellier, France, 12-15 septembre 1989, p. 247-254. CIRAD-IRAT, Montpellier, France.
- FAURE G., 1994. Mécanisation et pratiques paysannes en région cotonnière au Burkina Faso. Agriculture et développement 2 : 3-14.
- GANRY F., SARR P.-L., 1983. Valorisation du recyclage organique dans un objectif d'économie des engrais et du maintien de la fertilité des sols au Sénégal. ISRA, Dakar, Sénégal. CNRA, Bambey, Sénégal, Etudes techniques du CNRA, n° 100/83, 20 p.
- GUEYE F., GANRY F., TRUONG B., 1986. Elaboration d'un compost enrichi en phosphate naturel. Etude agronomique. In Actes du séminaire CRDI-FIS ORSTOM, p. 145-153. ORSTOM, Bondy, France.
- GUIBERT B., 1988. Etude de l'élevage dans le développement des zones cotonnières. Le Burkina Faso. Paris, France, CIRAD-EMVT, 105 p.
- HIEN V., 1990. Pratiques culturales et évolution de la teneur en azote organique utilisable par les cultures dans un sol ferrallitique du Burkina Faso. Thèse de doctorat, INPL, Nancy, France, 149 p.
- LHOSTE P., 1987. Elevage et relations agriculture-élevage en zone cotonnière. Situation et perspectives. Paris, France, ministère de la coopération et du développement. Montpellier, France, CIRAD-EMVT, 77 p.
- LHOSTE P., 1995. L'élevage et la gestion de la fertilité organique. In Hommes et animaux, élevages en Afrique sub-saharienne. Inter-réseaux s/c CFSI, Paris, France, p. 9-11.
- MORANT P., BELEM P.-C., BERGER M., KILIAN J., LAINE A., SANOU P., 1990. Evaluation cartographique de l'emprise agricole sur le milieu physique à partir des données satellitaires SPOT dans la région de Houndé au Burkina Faso. In Actes des journées de la DRN, agronomie et ressources naturelles en régions tropicales, BERTRAND R. et SAINT MACARY H. (éditeurs), CIRAD-IRAT-MICAM, Montpellier, France, 12-15 septembre 1989, p. 105-110. CIRAD-IRAT, Montpellier, France.
- MORANT P., 1991. Caractérisation de la fragilité écologique et des potentialités agronomiques de la région de Houndé au Burkina Faso : utilisation des différentes techniques de diagnostic. Thèse de doctorat, INPL, Nancy, France, 184 p.
- NAULEAU G., BERGER M., 1989. Un conseil de gestion pour accompagner la motorisation des exploitations agricoles en zone cotonnière du Burkina Faso. Les cahiers de la recherche-développement 23 : 54-64.
- PICHOT J., SEDOGO M.-P., POULAIN J.-F., ARRIVETS J., 1981. Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence de fumures minérales et organiques. L'Agronomie Tropicale 36 (2) : 122-133.
- PIERI C., 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Paris, France, ministère de la coopération et du développement. Montpellier, France, CIRAD. Agridoc-International, Paris, France, 444 p.
- PIERI C., 1995. Long term soil management experiments in semiarid Francophone Africa. In Advance in soil science, Soil management. Lewis publishers, CRS Press, Boca Raton, Florida, Etats-Unis, p. 225-266.
- RICHARD L., DJOULET D., 1985. La fertilité des sols et son évolution. Zone cotonnière du Tchad. Série Documents Etudes et Synthèses n° 6, supplément à Coton et fibres tropicales, 21 p.
- SAMAKE F., 1987 Contribution à la valorisation du phosphate naturel de Tilemsi au Mali, par l'action des acides minéraux et des composés organiques humifiés. Thèse de doctorat, INPL, Nancy, France, 198 p.
- SEDOGO M.-P., 1981. Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride (matière organique du sol et nutrition azotée des cultures). Thèse de doctorat, INPL, Nancy, France, 198 p.
- SEMENT G., 1980. Etude des effets secondaires de la fertilisation minérale sur le sol dans des systèmes culturaux à base de coton en Côte d'Ivoire. Coton et fibres tropicales 35 (2) : 229-248.



Mil épié.

Cliché C. Fove-Rabot

Résumé... Abstract... Resumen

M. BERGER — Fumure organique : des techniques améliorées pour une agriculture durable.

La sédentarisation et l'intensification progressives des systèmes de culture des savanes d'Afrique de l'Ouest et du Centre exigent des techniques de gestion de la fertilité des sols. La baisse du taux de matière organique est l'une des causes principales de la dégradation de la productivité des terres de culture pluviale dans ces régions. Une attention particulière doit être portée à la diffusion des techniques permettant d'y remédier, c'est-à-dire l'utilisation des déchets animaux pour transformer les résidus de culture en fumier ou en compost. Dans la zone des savanes, la réalisation des plans de fumure organique pour une agriculture durable est possible à deux conditions : un assolement optimal comprenant 20-25 % de sorgho à paille longue ; présence sur l'exploitation de 1,3 bovin par hectare cultivé. Il est ainsi possible de fabriquer et d'enterrer 2 tonnes (matière sèche) de fumier à 30 % de matière organique par hectare cultivé et par an : cette quantité permet de compenser la minéralisation annuelle de la matière organique du sol.

Mots-clés : fertilité, matière organique, résidu de culture, fumier, système de culture, élevage, Afrique.

M. BERGER — Organic manure: improved techniques for a sustainable agriculture.

The progressive settling and intensification of the farming systems of the Western and Central African savanna require permanent adjustment of soil-fertility management techniques. The reduction in levels of organic matter is one of the main causes of the deterioration in productivity of rain-fed farming land in these regions. Particular attention should be paid to the dissemination of remedial techniques, that is the use of animal wastes to transform crop wastes into manure or compost. In the savanna region, the realisation of organic manuring plans for a sustainable agriculture is possible on two conditions : optimum rotation including at least 20-25% of long-stemmed sorghum, and the presence on the farm of 1.3 cattle per hectare cultivated. It is thus possible to produce and dig in 2 tonnes (dry weight) of manure with 30% organic content per hectare cultivated per year. This quantity enables compensation of the annual mineralisation of the soil organic matter.

Keywords: fertility, organic matter, crop residue, manure, cultivation system, animal rearing, Africa.

M. BERGER — Estercolado orgánico: técnicas mejoradas para una agricultura durable.

La sedentarización y la intensificación progresivas de los sistemas de cultivo de las sabanas de África Occidental y Central requieren técnicas de manejo de la fertilidad de los suelos. La disminución del porcentaje de materia orgánica es una de las principales causas de la degradación de la productividad de las tierras de cultivo de secano en estas regiones. Se debe prestar una atención particular a la difusión de las técnicas que permiten remediarla, es decir la utilización de desechos animales para transformar los residuos de cultivo en estiércol o abono compuesto orgánico. En la zona de las sabanas, la realización de los planes de estercolado orgánico para una agricultura durable es posible a dos condiciones: una rotación óptima que incluya un 20-25% de sorgho de panoja larga y presencia en la explotación de 1,3 bovino por hectárea cultivada. De este modo, es posible fabricar y enterrar dos toneladas (materia seca) de estiércol al 30% de materia orgánica por hectárea cultivada y por año, cantidad que permite compensar la mineralización anual de la materia orgánica del suelo.

Palabras clave: fertilidad, materia orgánica, residuo de cultivo, estiércol, sistema de cultivo, ganadería, África.



Paysage de savanes (Burkina, région du Mouhoun).

Cliché C. Fovet-Rabot